

За результатами дослідження структурних властивостей лігноцелюлозних відходів переробки цукрової тростини можна зробити висновок, що такі матеріали можуть знайти широке використання для одержання сорбентів для вирішення екологічних проблем забруднення водойм, волокнистих напівфабрикатів для паперової галузі, мікрокристалічної целюлози для фармацевтичної промисловості та ін.

---

## ОЧИЩЕННЯ МІНЕРАЛІЗОВАНИХ УРАНВМІСНИХ ВОД МОДИФІКОВАНИМИ ГЛИНИСТИМИ МІНЕРАЛАМИ

**Ковальчук І.А.<sup>1</sup>, Пилипенко І.В.<sup>2</sup>, Бащак О.Є.<sup>1</sup>, Корнілович Б.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України, Україна, Київ, [kowalchukiryna@gmail.com](mailto:kowalchukiryna@gmail.com), <sup>2</sup>Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Україна, Київ

Забруднення підземних вод в місцях видобутку і переробки уранових руд обумовлено технологічними процесами вилуговування руд із застосуванням сірчаної кислоти. Для таких вод характерна висока мінералізація 5-6 г/л, в основному за рахунок сульфатів кальцію і магнію та підвищений вміст сполук урану - до 10-20 мг/л [1]. Уран перебуває в мінералізованих водах переважно в вигляді негативно заряджених сульфатних або карбонатних комплексів [2]. Оскільки ці комплекси урану негативно заряджені, їх видалення складає суттєві труднощі через низькі величини сорбції неорганічними сорбентами на основі природних силікатів - цеолітів та глин. Модифікування поверхні глинистих мінералів органічними та неорганічними сполуками дозволяє значно покращити їх сорбційні характеристики щодо аніонних форм важких металів та радіонуклідів. Органофілізація поверхні з використанням поверхнево-активних речовин (ПАР), піларування глини поліядерними іонами металів суттєво підвищує їх сорбційну здатність по відношенню до аніонів неорганічних забруднювачів [3-4].

Метою роботи було очищення мінералізованих вод від сполук урану (VI) модифікованими органічними та неорганічними сполуками глинистих мінералів.

Органофілізовані зразки отримували шляхом обробки вихідних глинистих мінералів монтморилоніту та палигорськіту сіллю чотиризаміщеного амонію - гексатриметиламоній броміду (ГДТМА). Al-, Fe-, Ti- та Zr-піларовані глини отримували шляхом обробки шаруватого силікату монтморилоніту розчинами хлоридних солей алюмінію ( $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ ), цирконію ( $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ ), титану ( $TiCl_4$ ) та феруму ( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ).

Для вивчення процесів сорбції використовували сіль сульфату уранілу ( $UO_2SO_4 \cdot 3H_2O$ ) та модельний розчин мінералізованої води (солевміст - 5,2 г/дм<sup>3</sup>, рН 7,2), аналогічний за аніонним складом до підземних мінералізованих вод біля сховища рідких відходів переробки уранових руд Східного гірничо-збагачувального комбінату (м. Жовті Води, Україна):  $HCO_3^-$  - 450,  $Cl^-$  - 180,  $SO_4^{2-}$  - 2830,  $NO_3^-$  - 130 мг/дм<sup>3</sup>.

Результати сорбційних експериментів з використанням модифікованих ПАР глинистих мінералів показали, що при збільшенні ступеня модифікування зразків ПАР:КОЄ від 0,5 до 5 спостерігається підвищення величин сорбції аніонних комплексів урану. Максимальні величини сорбції отримано для зразків ПАР:КОЄ 5: для монтморилоніту 31 мг/г, для палигорськіту 28 мг/г. Збільшення величин сорбції для модифікованих зразків відбувається за

рахунок додаткової сорбції з розчину негативно заряджених форм урану позитивно зарядженими геміміцелями ПАР на частково вкритих ними плоских поверхнях глинистих частинок. При цьому лише значний надлишок ПАР при одержанні модифікованих глин призводить до суттєвої сорбції урану, що за даними електрокінетичних досліджень відповідає утворенню на поверхні дисперсних частинок суцільних позитивно заряджених подвійних шарів ГДТМА.

Модифікування поверхні монтморилоніту полігідроксокомплексами металів призвело до зростання сорбційних характеристик отриманих зразків порівняно з вихідним глинистим мінералом. Встановлено, що для всіх пілар-глин характерні достатньо високі значення величин сорбції аніонних комплексів урану: в ряду  $Ti > Fe > Zr > Al$  величини сорбції складають 37, 26, 21, 8 мг/г відповідно, тоді як на вихідному монтморилоніті сорбція нейтральних та негативно заряджених комплексів урану, що превалюють в мінералізованих підземних водах практично відсутня. На піларованих глинах сорбція урану відбувається в основному за рахунок обміну гідроксил-іонів полігідроксокомплексів металів сорбованих в міжшаровому просторі монтморилоніту.

Таким чином, на відміну від природних органофілізовані та піларовані глинисті мінерали проявляють високу селективність по відношенню як до катіонних, так і до аніонних форм урану. Модифіковані таким чином глинисті мінерали є ефективними дешевими сорбційними матеріалами для очищення уранвмісних мінералізованих підземних вод.

1. Yin M., Sun J., Chen Y. et al. Mechanism of uranium release from uranium mill tailings under long-term exposure to simulated acid rain: Geochemical evidence and environmental implication // Environ. Pollution. – 2019. – V. 244. – P. 174–181.
2. Shi Y., He J., Yang X. et al. Sorption of U(VI) onto natural soil and different mineral compositions: The batch method and spectroscopy analysis // J. Environ. Radioactivity. - 2019. –V. 203. - P. 163-171.
3. Голембіовський А.О., Ковальчук І.А., Корнілович Б.Ю., Жданюк Н.В. Вилучення сполук U(VI) з вод з використанням органоглин // Наукові вісті Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». — 2011. — № 6. — С. 154–158.
4. Пилипенко І.В., Ковальчук І.А., Корнілович Б.Ю. Сорбція іонів урану та хрому Zr/Al-пілардованим монтморилонітом // Доповіді Національної академії наук України. - 2014. – Т. 9. - С. 97-102.

---

## ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД ФОСФАТІВ

*Козар М.Ю.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім.  
Ігоря Сікорського», Україна, м. Київ, [marinakpi@gmail.com](mailto:marinakpi@gmail.com)*

Метою дослідження було вивчення ефективності доочищення стічних вод від сполук фосфору на піщано-гравійному фільтрі з низхідно-висхідним рухом води, на поверхні якого насаджено рослини. У такому фільтрі крім фільтрації через зернисте завантаження відбувається біологічна фільтрація води, що здійснюється кореневою системою рослин.